

## ELECTROSTATIC RELAY AND ITS MANUFACTURE

**Publication number:** JP9180616

**Publication date:** 1997-07-11

**Inventor:** MORIGUCHI MAKOTO; SASAKI AKIRA

**Applicant:** OMRON TATESI ELECTRONICS CO

**Classification:**

- **International:** H01H49/00; H01H59/00; H01H59/00; H01H49/00; H01H59/00; H01H59/00; (IPC 1-7): H01H59/00; H01H49/00

- **European:**

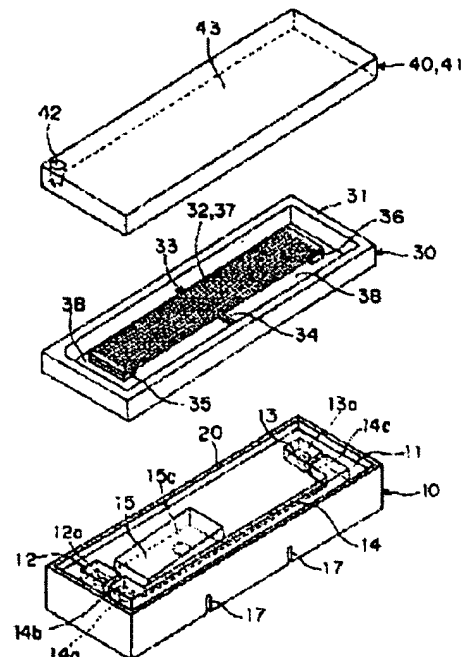
**Application number:** JP19950343569 19951228

**Priority number(s):** JP19950343569 19951228

Report a data error here

### Abstract of JP9180616

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an electrostatic relay having high productivity and causing no dispersion on the operating characteristic by providing a specific spacer section on a fixed contact point block or a moving contact point block. **SOLUTION:** This electrostatic relay is constituted of a fixed contact point block 10 provided with fixed contact points 12, 13 and a driving electrode 15 on the upper face of an insulating substrate 11 and a moving contact point block 30 provided with a moving piece 32 contactably/separably facing the driving electrode 15 on a wafer 31 made of a semiconductor crystal base material and arranged to face the fixed contact point block 10. The moving piece 32 is rotated in the thickness direction by the electrostatic attracting force generated when a voltage is applied between the driving electrode 15 and the moving piece 32, and the moving contact points 35, 36 provided at the lower face tip edge section of the moving piece 32 are stuck/separated to/from the fixed contact points 12, 13 of the fixed contact point block 10. A spacer section, e.g. 20, for securing the operating space of the moving piece 32 is integrally formed on at least one peripheral edge section within the opposite faces of the fixed contact point block 10 and the moving contact point block 30 as an improvement point.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-180616

(43)公開日 平成9年(1997)7月11日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 1 H 59/00  
49/00

識別記号 庁内整理番号

F I  
H 0 1 H 59/00  
49/00

技術表示箇所

Z

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平7-343569

(22)出願日 平成7年(1995)12月28日

(71)出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72)発明者 森口 誠

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

(72)発明者 佐々木 昌

京都府京都市右京区花園土堂町10番地 オ

ムロン株式会社内

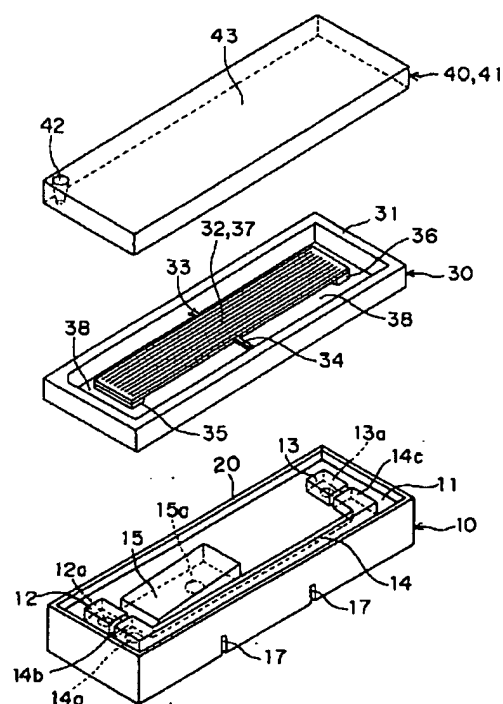
(74)代理人 弁理士 青山 葆 (外2名)

(54)【発明の名称】 静電継電器および静電継電器の製造方法

(57)【要約】

【課題】 生産性が高く、動作特性にバラツキのない静電継電器およびその製造方法を提供することにある。

【解決手段】 固定接点ブロック10と可動接点ブロック30との対向面のうち、固定接点ブロック10の周辺縁部に、可動片32の動作空間を確保するためのスペーサ部20を一体に形成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 絶縁性基板の上面に固定接点および駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、この固定接点ブロックに対向するように配した半導体結晶基材のウェハに、前記駆動用電極に接離可能に対向する可動片を設けた可動接点ブロックとからなり、前記駆動用電極および可動片間に電圧を印加して生じる静電引力で前記可動片を板厚方向に回転し、この可動片の下面先端縁部に設けた可動接点を前記固定接点ブロックの固定接点に接離する静電継電器において、前記固定接点ブロックおよび可動接点ブロックの対向面のうち、少なくともいずれか一方の周辺縁部に、前記可動片の動作空間を確保するためのスペーサ部を一体に形成したことを特徴とする静電継電器。

【請求項2】 固定接点ブロックと、半導体結晶基材のウェハからなり、かつ、板厚方向に回転可能な片持支持の可動片を備えた可動接点ブロックとを対向するように配置する静電継電器において、前記固定接点ブロックおよび前記可動接点ブロックの周辺縁部を相互に接合一体化した後、前記可動接点ブロックに平面略コ字形のスリットをエッチングで形成し、前記可動片をくり貫いたことを特徴とする静電継電器の製造方法。

【請求項3】 接合一体化した前記固定接点ブロックおよび前記可動接点ブロックの周辺縁部のうち、少なくともいずれか一方の周辺縁部に、固定接点の延在部および駆動用電極の延在部を露出させる接続用切り欠き部を設けたことを特徴とする請求項1に記載の静電継電器。

【請求項4】 固定接点ブロックに可動接点ブロックを接合一体化した後、可動接点ブロックの周辺縁部に、固定接点の延在部および駆動用電極の延在部を露出させる接続用切り欠き部を設けたことを特徴とする静電継電器の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は静電引力を駆動源とする静電継電器および静電継電器の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、静電引力を駆動源とする静電継電器としては、例えば、特開平2-100224号公報に記載の静電式リレーがある。すなわち、図25に示すように、上面中央部に設けた一対の駆動用電極層2a、2bの両側に固定接点層3a、3bおよび4a、4bをそれぞれ形成したベース1に、2本の棒状スペーサ5、5を介して半導体結晶基材6を積層一体化したものである。この半導体結晶基材6は、その内部に可動片8を一対のヒンジ部7、7を介して回転可能に支持したものであり、可動片8の下面の両側端部には可動接点9a、9bが設けられている。

【0003】そして、駆動用電極層2aと可動片8との

間、または、駆動用電極層2bと可動片8との間に直流電圧を交互に印加すると、駆動用電極層2aと可動片8の前方部8aとの間、または、駆動用電極層2bと可動片8の後方部8bとの間にそれぞれ静電引力が生じる。このため、ヒンジ部7、7を支点に可動片8が回転し、可動接点9aまたは9bが固定接点層3a、3bまたは4a、4bに交互に接触し、電気回路を開閉する。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、前述の静電継電器では、スペーサ5、5を介して半導体結晶基材6を積層一体化したものである。このため、部品点数、組立工数が増加し、大量生産が困難であるとともに、組立精度が低く、動作特性にバラツキが生じやすいという問題点がある。

【0005】 本発明は、前記問題点に鑑み、生産性が高く、動作特性にバラツキが生じない静電継電器およびその製造方法を提供することを目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 本発明にかかる静電継電器は、前記目的を達成するため、絶縁性基板の上面に固定接点および駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、この固定接点ブロックに対向するように配した半導体結晶基材のウェハに、前記駆動用電極に接離可能に対向する可動片を設けた可動接点ブロックとからなり、前記駆動用電極および可動片間に電圧を印加して生じる静電引力で前記可動片を板厚方向に回転し、この可動片の下面先端縁部に設けた可動接点を前記固定接点ブロックの固定接点に接離する静電継電器において、前記固定接点ブロックおよび可動接点ブロックの対向面のうち、少なくともいずれか一方の周辺縁部に、前記可動片の動作空間を確保するためのスペーサ部を一体に形成した構成としてある。

【0007】そして、固定接点ブロックと、半導体結晶基材のウェハからなり、かつ、板厚方向に回転可能な片持支持の可動片を備えた可動接点ブロックとを対向するように配置する静電継電器において、前記固定接点ブロックおよび前記可動接点ブロックの周辺縁部を相互に接合一体化した後、前記可動接点ブロックに平面略コ字形のスリットをエッチングで形成し、前記可動片をくり貫いてもよい。

【0008】また、接合一体化した前記固定接点ブロックおよび前記可動接点ブロックの周辺縁部のうち、少なくともいずれか一方の周辺縁部に、固定接点の延在部および駆動用電極の延在部を露出させる接続用切り欠き部を設けておいてもよい。

【0009】さらに、固定接点ブロックに可動接点ブロックを接合一体化した後、可動接点ブロックの周辺縁部に、固定接点の延在部および駆動用電極の延在部を露出させる接続用切り欠き部を設けてもよい。

## 【0010】

【発明の実施の形態】次に、本発明にかかる実施の形態を図1ないし図24の添付図面に従って説明する。本願発明にかかる第1の実施の形態は、図1ないし図14に示すように、大略、固定接点ブロック10と、可動接点ブロック30と、カバー40とで構成される静電継電器50である。

【0011】固定接点ブロック10は、ガラス等の絶縁性基板11の上面周辺縁部に環状のスペーサ部20を一体成形する一方、その隣り合う上面隅部に常開、常閉固定接点12、13をそれぞれ設けるとともに、この常開、常閉固定接点12、13の近傍に端部14b、14cをそれぞれ配した平面略コ字形状の共通固定接点14を設けたものである。そして、常開、常閉固定接点12、13および共通固定接点14はスルーホール12a、13aおよび14aを介して絶縁性基板11の裏面で電気接続可能となっている。さらに、スルーホール12a、14aの近傍に駆動用固定電極15が設けられている。この駆動用電極15は、スルーホール15aに電気接続されているとともに、図2に示すように、その上端面が均一な厚さのエレクトレット15bで被覆されたテーパー面となっている。そして、絶縁性基板11の下面には導電層16が形成されているとともに、各スルーホール12a、13a、14a、15aを絶縁するためのスリット17が設けられている。

【0012】なお、スペーサ部20は、後述する可動接点ブロック30の可動片32を回動させるためのスペースを確保するとともに、沿面距離を確保して絶縁特性を高めるためのものである。また、絶縁性を高めるため、常開固定接点12と共通固定接点14の端部14bとの間、または、常閉固定接点12と共通固定接点14の端部14cとの間に絶縁材、仕切壁を配置しておいてもよい。

【0013】可動接点ブロック30は、半導体単結晶基材からなるウェハ、例えば、平面長方形の板状P型シリコン単結晶（面方位100）のウェハ31にエッチング処理を施して可動片32および一對のヒンジ部33、34をくり貫き、このヒンジ部33、34を介して可動片32を回動可能に支持したものである。そして、この可動片32は、その下面の両側先端部に常開、常閉可動接点35、36をそれぞれ設けてある一方、その上面に所定のピッチで複数本の縦溝37が形成されている。この縦溝37は可動片32が回動する際における空気抵抗を抑制し、動作特性の向上を図るためのものである。ただし、図2に示すように、前記常閉可動接点36は、常開可動接点35よりも高い。

【0014】カバー40は、ガラス、ポリマー樹脂等の絶縁材からなる平面長方形の板状体41からなり、その隅部にスルーホール42が設けられているとともに、その上面には導電層43が形成されている。例えば、板状体41がパイレックス（商品名）であれば、前述のシリ

コン単結晶からなるウェハ31と熱膨張率が等しく、陽極接合しやすいので、好適である。なお、板状体41が導電性基板であれば、スルーホール42、導電層43は不要であるが、板状体41の下面のうち、少なくとも可動片32と対向する部分に絶縁膜を形成しておくことが好ましい。ただし、板状体41の下面の露出面は必ずしも環状である必要はなく、可動接点ブロック30に電気接続できる面積を有していればよい。

【0015】次に、前述の静電継電器の製造方法について説明する。この実施形態にかかる静電継電器50は、カバー40に、可動接点ブロック30および固定接点ブロック10を順次積層一体化して製造されるが、まず、図5および図6に示すように、固定接点ブロック10の製造方法について説明する。

【0016】固定接点ブロック10は、図5に示すように、パイレックスガラスからなる絶縁性基板11にドリル加工およびサンドブラスト処理等で孔を形成した後、その孔の内周面に導電材を蒸着してスルーホール12a、13a、14a（図示せず）および15aを形成する（図5（a））。そして、前記絶縁性基板11の上面周辺縁部に沿って金属やテフロン等からなる環状のマスキング層21を形成した後（図5（b））、このマスキング層21を除いた上面にRIE（リアクティブイオンエッチング）を施して凹所22を設け、スペーサ部20を形成する（図5（c））。ついで、図6（a）に示すように、前記マスキング層21を除去した後、前記凹所22の底面に常開、常閉固定接点12、13、共通固定接点14および駆動用電極台15bをスクリーン印刷等でそれぞれ形成し（図6（b））、さらに、前記駆動用電極台15bの上端面だけにスクリーン印刷等を再度施してテーパー面15cを形成し（図6（c））、そのテーパー面15cに均一な厚さを有するエレクトレット15dを装着することにより、駆動用電極15を備えた固定接点ブロック30が完成する（図6（d））。

【0017】なお、前記孔には導電材を充填しておいてもよい。また、駆動用電極15の上端面をテーパー面とするには断面三角形または台形のエレクトレット（図示せず）を、絶縁性基板11にスクリーン印刷等で形成した電極台15bに載置して形成してもよい。この方法によれば、平坦面を有する駆動用電極台15bを形成するだけでよいので、スクリーン印刷等の作業工程を省略できるという利点がある。また、前述の実施形態では、駆動用電極15にエレクトレットを設ける場合について説明したが、エレクトレットは常に設ける必要はなく、必要に応じて設けてもよい。

【0018】次に、図7ないし図9に示すように、可動接点ブロック30の製造方法について説明する。なお、図9（a）～（d）は、可動接点ブロック30の製造工程における中間品の概略を示す斜視図である。シリコン単結晶のウェハ31の下面全面にスパッタリング等で導

電層61を設け(図7(a))、さらに、表裏面の全面に、例えば、SiO<sub>2</sub>の第1、第2絶縁膜層62、63を形成する(図7(b))。そして、第1、第2絶縁膜層62、63の不要部分を第1回目のパターンニングで除去する(図7(c))。この結果、第1回目のパターンニング後の第1絶縁膜層62は前記可動片32と同一平面形状を有する一方、第1回目のパターンニング後の第2絶縁膜層63は、環状の周辺縁部およびヒンジ部33、34となる部分に重なり合う部分だけが残存している。

【0019】次に、ウェハ31の表裏面にSiNからなる第3、第4絶縁膜層64、65を形成した後(図7(d))、第3、第4絶縁膜層64、65の不要部分を第2回目のパターンニングで除去する。この結果、第2回目のパターンニング後のウェハ31の上面には環状溝部66が形成される一方、第2回目のパターンニング後のウェハ31の下面には、ヒンジ部33、34となる部分に重なり合う第2絶縁膜層63の部分だけを残し、底面に導電層61が露出する環状溝部67が形成される(図7(e))。

【0020】そして、可動片32を形成する第3絶縁膜層64のうち、その両端縁部に導電材からなる常開可動接点35(図7(f))および常閉可動接点36をそれぞれ形成する。このとき、常閉可動接点36は常開可動接点35よりも高さ寸法の大きい導電材で形成してある。

【0021】さらに、図8(a)に示すように、ウェハ31の下面に形成した環状溝部67のうち、ヒンジ部33、34となる部分と重なり合う第2絶縁膜層63の部分だけを残してエッチングし、シリコンウェハ31が露出する一対の深溝68を環状溝67の底面に形成する。ついで、ヒンジ部33、34となる部分と重なり合う第2絶縁膜層63の部分を除去する(図8(b))。このとき、ヒンジ部33、34となる部分と重なり合う導電層61の部分と、シリコンウェハ31が露出する不連続な深溝68との間に段差が形成されている。

【0022】ついで、ウェハ31の下面に設けた環状溝部67を一様にエッチングしてさらに深くする(図8(c))。このとき、ヒンジ部33、34となる部分に重なり合う部分と、不連続な略コ字形の深溝68との間には段差が残存している。

【0023】第4絶縁膜層65をすべて除去し(図8(d))、環状溝部67およびこれに囲まれた可動片32となる部分を同時にエッチングして可動片32およびヒンジ部33、34を形成した後(図8(e))、第2絶縁膜層63の残部を除去し、導電層61を露出させる(図8(f))。このとき、ヒンジ部33、34となる部分と、不連続な略コ字形の深溝68との間には段差が残存している。

【0024】そして、図10および図11に示すよう

に、カバー40の片面に前述のウェハ31を陽極接合で接合一体化した後(図10(a)および図11)、ウェハ31の上面に形成された環状溝部66だけをエッチング処理することにより、ヒンジ部33、34を残しつつ、一対の平面略コ字形のスリット38、38(図1)を形成することにより、ウェハ31から可動片32およびヒンジ部33、34をくり貫き、前記ヒンジ部33、34を介して可動片32を回動可能に支持した後(図10(b))、第3絶縁膜層64を除去する(図10(c))。

【0025】ついで、前述の接合一体化した可動接点ブロック30に固定接点ブロック10のスペーサ部20を接合一体化する。そして、必要に応じ、前記スルーホール12a~15aに電気接続するため、例えば、静電継電器の表裏面にスパッタリングで導電層43、16をそれぞれ形成した後、アニール処理を施し、ダイシングでスリット17を形成して各スルーホール12a~15aを絶縁することにより(図4)、静電継電器50が完成する。

【0026】なお、静電継電器50の表裏面には、スパッタリングでなく、蒸着で導電材を設けてもよく、この場合には、全面に蒸着する必要はなく、スルーホール周辺だけを蒸着してもよい。また、静電継電器50の固定接点ブロック10等を接合一体化する作業は、真空中、または、例えば、ネオン、アルゴン等の不活性ガス中で行うことにより、静電継電器50内を真空にし、または、不活性ガスを封入してもよい。前者によれば、空気抵抗が無くなり、応答性が向上するとともに、アウトガスの生成による接触信頼性の低下を防止できる一方、後者によれば、接点放電等による生成物の発生を抑制し、接触信頼性の低下を防止できるという利点がある。さらに、前記可動片32の可動接点35、36は高さの異なる別体の導電部材を設けて構成する場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、スパッタリング、蒸着等で高さの異なる接点台を形成し、この接点台の上端面に同一厚さの導電材を設けることにより、高さの異なる可動接点35、36を形成してもよい。

【0027】次に、組み立てられた静電継電器50の実装方法としては、例えば、図12に示すように、シリコン基板70の上面に位置決めしたリードフレーム71の固定接点端子72、73、共通接点端子74および駆動用電極端子75に静電継電器50のスルーホール12a~15aを、例えば、フリップチップ方式でそれぞれ電気接続する一方、可動接点ブロック30に電気接続したカバー40のスルーホール42を電極端子76にワイヤボンディングで電気接続した後、樹脂モールドで密封する方法がある。なお、77はダミー端子である。

【0028】また、前述の実施形態ではシリコン基板70に静電継電器50を実装して樹脂モールドする場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、例えば、セ

10

20

30

40

50

ラミックモールドしてもよい。

【0029】さらに、図13に示すように、可動接点ブロック30に電気接続したカバー40のスルーホール（図示せず）が金属キャンベース80に電気接続され、これがワイヤボンディングで電極端子81に電気接続されていてもよい。ただし、スルーホール12a～15aが、ワイヤボンディングで固定接点端子82、83、共通固定接点端子84および駆動用電極端子85にそれぞれ電気接続されている。86はダミー端子である。なお、キャップ87が金属製である場合には、抵抗溶接あるいはハンダ接合でもよく、樹脂製である場合には、接着剤接合でもよい。また、キャップ87で密封する場合には、接点保護のため、内部を真空にしておくか、あるいは、窒素ガス等の不活性ガスを充填しておいてもよい。

【0030】次に、本実施形態の動作について説明する。まず、駆動用電極15および可動片32に電圧が印加されていない場合には、ヒンジ部33、34の振りモーメントにより、高さ寸法が大きい常閉可動接点36が常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cに接触して電気回路を閉成している。

【0031】そして、駆動用電極15および可動片32にスルーホール15a、42を介して直流電圧を印加すると、駆動用電極15および可動片32との間に静電引力が生じ、可動片32がヒンジ部33、34を支点に回転し、常閉可動接点36が常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cから開離した後、常開可動接点35が常開固定接点12および共通固定接点14の端部14bに接触する。

【0032】ついで、前述の直流電圧の印加を断つと、可動片32はヒンジ部33、34の振りモーメントで回転し、常閉可動接点36が常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cに再び接触する。

【0033】本実施形態では、駆動用電極15の上面がテーパ面となっており、前述の静電引力が対向面間の距離に比例することから、駆動用電極15が単なる平坦面を有する場合よりも、大きな静電引力が得られるという利点がある。

【0034】本実施形態にかかる静電継電器50は、表裏面にスルーホールを設ける場合を示したが、これに限らず、例えば、図14に示すように、可動接点ブロック30の床面積を固定接点ブロックよりも大きくし、露出する可動接点ブロック30の片面側に取り出し電極39を設けることにより、シリコン基板70に位置決めしたリードフレーム71の端子72～76のすべてにワイヤボンディングで電気接続してもよい。

【0035】ついで、前述の実施形態では、可動片32の空気抵抗を抑制し、動作特性を向上させるべく、可動片32の上面に所定ピッチで複数本の縦溝37を設ける場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、可動

片32の下面あるいは上下面に縦溝を設けてもよい。

【0036】前述の静電継電器50によれば、ヒンジ部33、34は断面略方形であるが、必ずしもこれに限らず、断面略方形のヒンジ部33、34の角部を面取りしておいてもよい。面取りすることにより、応力集中を防止でき、疲労破壊が生じにくくなって寿命が伸びるという利点がある。

【0037】前述の静電継電器50によれば、常閉可動接点36を、常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cよりも高く形成することにより、常時閉成の接点構造を構成したが、必ずしもこれに限らず、常閉可動接点を低くし、常閉固定接点を高くしてもよい。

【0038】本願発明にかかる第2の実施形態は、図15ないし図20に示すように、前述の第1の実施形態が一对のヒンジ部の振りモーメントを利用する場合であったのに対し、片持ち構造とした場合の静電継電器50に関する。すなわち、第2の実施形態は、大略、固定接点ブロック110と、可動接点ブロック120と、カバー（図示せず）とで構成されている。

【0039】固定接点ブロック110は、ガラス等の絶縁性基板111の上面に、一对の固定接点112、113と、駆動用電極115とが設けられ、それぞれにスルーホール111a、112a、115aが導通している。

【0040】可動接点ブロック120は、半導体単結晶基材からなるウェハ121にエッチング処理で平面略コ字形状のスリット122を形成することにより、ヒンジ部123を介して回転可能な可動片124をくり貫いたものであり、この可動片124の下面先端縁部には絶縁層125を介して可動接点126が形成されている。

【0041】次に、この可動接点ブロック120の製造方法について説明する。可動接点ブロック120は、図17および図18に示すように、シリコン単結晶のウェハ121の上面全面にスパッタリング等で導電層（ドーブ層）131を設け、さらに、表裏面全面に、例えば、SiO<sub>2</sub>の第1、第2絶縁層132、133をパターンニングで形成する。このパターンニングでウェハ121の表裏面のうち、その環状周辺縁部に第1、第2絶縁層132、133が存在することになる。そして、ウェハ121の裏面にSiNからなる第3絶縁層134を形成した後、第1回目のエッチングで第2、第3絶縁層133、134の不要な部分を除去することにより、ウェハ121の下面に相互に連通する平面略コ字形状の深溝135と直線形状の浅溝136とが形成され、深溝135からウェハ121が露出する（図17（a））。さらに、第2回目のエッチングで深溝135および浅溝136がより深くなり（図17（b）、（c））、第3回目のエッチングで第3絶縁層134が除去される（図17（d））。ついで、第4回目のエッチングでウェハ121の下面中央部がエッチングされるとともに、深溝13

5および浅溝136がより一層深くなり、深溝135は導電層131の一部に食い込むが、浅溝136は導電層131に達していない(図17(e))。ついで、可動片124となる部分の下面先端縁部にスパッタリングおよび蒸着で絶縁層125を形成した後、その上面に金等を積層して可動接点126を形成する(図17(f))。

【0042】次に、図18および図19に示すように、固定接点ブロック110の上面に可動接点ブロック120を積み重ねて陽極接合した後、導電層131をエッチングすることにより、深溝135を貫通させて平面略コ字形状のスリット122を形成し、可動片124をくり貫くとともに、ヒンジ部123を形成することにより、可動片124の可動接点126が固定接点ブロック110の固定接点112、113に接離可能に対向する。

【0043】次に、本実施形態の動作について説明する。まず、駆動用電極115および可動片124に電圧が印加されていない場合には、ヒンジ部123のパネ力により、可動接点126が固定接点112、113から開離している。そして、駆動用電極115および可動片124に直流電圧を印加すると、駆動用電極115および可動片124との間に静電引力が生じ、可動片124がヒンジ部123を支点に回動し、可動接点126が固定接点112、113に接触する。ついで、前述の直流電圧の印加を断つと、可動片124はヒンジ部123のパネ力で復帰し、可動接点126が固定接点112、113から開離する。

【0044】前述の第2実施形態ではスルーホールを介して電気的接続を図るものであったが、必ずしもこれに限らず、例えば、図21および図22に示すように、固定接点ブロック110における固定接点112、113および駆動用電極115の接続用延在部112b、113b、115bをそれぞれ絶縁性基板111の上面縁部まで延在する一方、可動接点ブロック120の外周縁部に側方に連通する接続用切り欠き部をエッチングで形成することにより、ドーム状態の貫通孔127を形成するようにしてもよい(第3実施形態)。

【0045】また、図23および図24に示すように、第3実施形態にかかる可動接点ブロック110の上面にエッチングを施し、固定接点112、113および駆動用電極115の延在部112b、113b、115bを上方から目視できる切り欠部128を形成してもよい(第4実施形態)。この実施形態によれば、電気接続するためのリード線を上方から位置決めできるので、組立作業を一方向から行うことができ、自動組立がより一層容易になるという利点がある。さらに、前述の接続用切り欠き部は第1の実施形態に適用してもよいことは勿論である。

【0046】前述の実施形態では、静電継電器を個々に製造する場合について説明したが、必ずしもこれに限ら

ず、例えば、1枚のガラス基板上に複数個の固定接点ブロックを形成する一方、1枚のシリコン基板に複数個の可動接点ブロックを形成する。ついで、カバーとなるガラス板に、前記シリコン基板および前記ガラス基板を順次接合一体化することにより、複数個の静電継電器50を同時に形成してもよい。このような製造方法により、生産性が著しく向上するとともに、高密度化が可能になるという利点がある。そして、静電継電器50を個々に切り出してもよく、あるいは、複数個ずつ切り出して使用してもよい。特に、静電継電器を複数個ずつ切り出した場合には、各駆動用電極を電気的接続することにより、所望の電気回路を同時に開閉できる静電継電器を形成できるという利点がある。

#### 【0047】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明にかかる請求項1の静電継電器によれば、別体のスペーサを接合一体化する必要がないので、部品点数、組立工数が減少し、生産性が向上するとともに、組立精度が向上して動作特性にバラツキのない静電継電器が得られる。請求項2によれば、固定接点ブロックに可動接点ブロックを接合一体化した後、可動片をくり貫くので、不安定な可動片を破損することがなく、歩留まりの良い静電継電器を製造できる。請求項3によれば、固定接点ブロックの周辺縁部に設けた切り欠き部から露出する固定接点および駆動用電極の延在部に外部から確実に電気接続できるので、電気接続が容易な静電継電器が得られる。請求項4によれば、固定接点ブロックに可動接点ブロックを接合一体化した後、可動接点ブロックの周辺縁部に接続用切り欠き部を設けるので、可動接点ブロックの周辺縁部を破損することなく、任意の位置に所望の形状を有する切り欠き部を形成できる。このため、例えば、前記延在部を上方から目視できるような切り欠き部を設けることにより、一方向から組立作業を行うことができるので、自動組立がより一層容易になるという効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる静電継電器の第1の実施形態を示す分解斜視図である。

【図2】 前述の第1の実施形態を示す縦断面図である。

【図3】 第1の実施形態を示す横断面図である。

【図4】 第1の実施形態を下方側から見た場合を示す斜視図である。

【図5】 固定接点ブロックの製造方法を示す断面図である。

【図6】 固定接点ブロックの製造方法を示す断面図である。

【図7】 可動片の製造方法を示す断面図である。

【図8】 可動片の製造方法を示す断面図である。

【図9】 可動接点ブロックの製造方法を示す斜視図で

ある。

【図10】 組立方法を説明するための断面図である。

【図11】 組立方法を説明するための斜視図である。

【図12】 リードフレームを介して電気接続する方法を示す分解斜視図である。

【図13】 他の電氣的接続方法を示す分解斜視図である。

【図14】 別の電氣的接続方法を示す分解斜視図である。

【図15】 本発明にかかる静電継電器の第2の実施形態を示す分解斜視図である。

【図16】 第2の実施形態を示す斜視図および断面図である。

【図17】 可動接点ブロックの製造方法を示す縦断面図である。

【図18】 固定接点ブロックおよび可動接点ブロックの接合方法を示す縦断面図である。

【図19】 可動接点ブロックの製造方法を示す横断面図である。

【図20】 固定接点ブロックおよび可動接点ブロックの接合方法を示す横断面図である。

【図21】 本発明にかかる静電継電器の第3の実施形態を示す分解斜視図である。

【図22】 第3の実施形態を示す斜視図および断面図\*

\*である。

【図23】 本発明にかかる静電継電器の第4の実施形態を示す分解斜視図である。

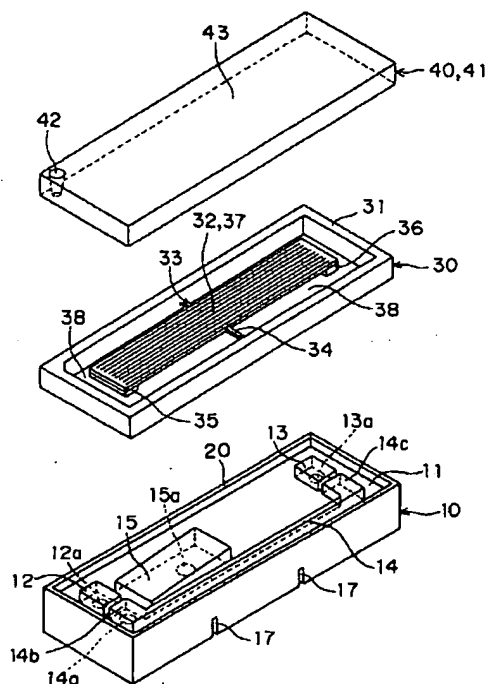
【図24】 第4の実施形態を示す斜視図および断面図である。

【図25】 従来例にかかる静電継電器の分解斜視図である。

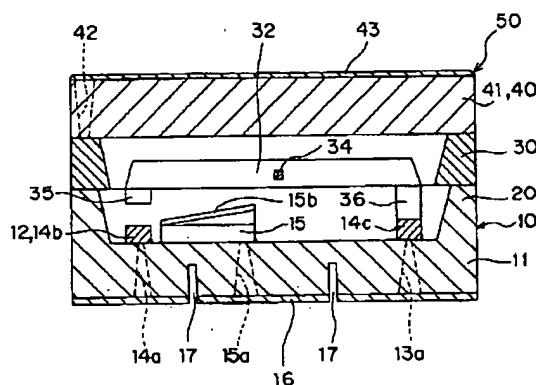
【符号の説明】

10…固定接点ブロック、11…絶縁性基板、12…常開固定接点、13…常閉固定接点、14…共通固定接点、15…駆動用電極、12a、13a、14a、15a…スルーホール、16…導電層、17…スリット、20…スペーサ部、30…可動接点ブロック、31…ウエハ、32…可動片、33、34…ヒンジ部、35…常開可動接点、36…常閉可動接点、37…縦溝、38…スリット、40…カバー、41…板状体、42…スルーホール、43…導電層、110…固定接点ブロック、111…絶縁性基板、112、113…固定接点、115…駆動用電極、112a、113a、115a…スルーホール、112b、113b、115b…接続用延在部、131…導電層、120…可動接点ブロック、121…ウエハ、122…スリット、123…ヒンジ部、124…可動片、126…可動接点。

【図1】

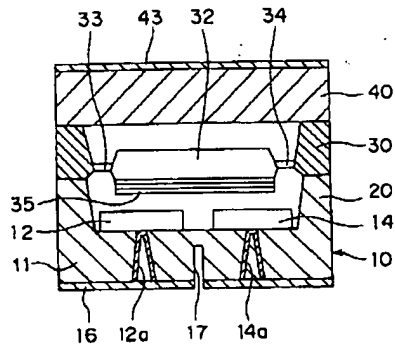


【図2】

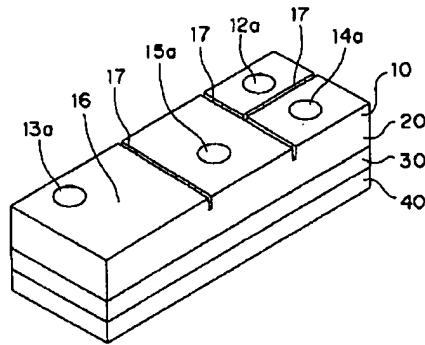




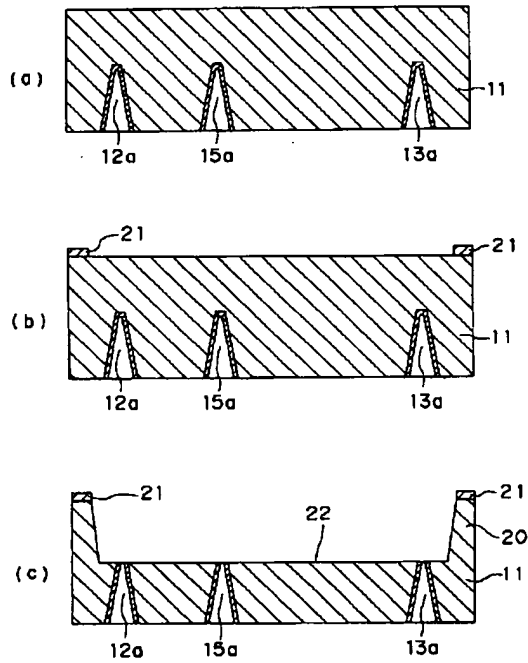
【図3】



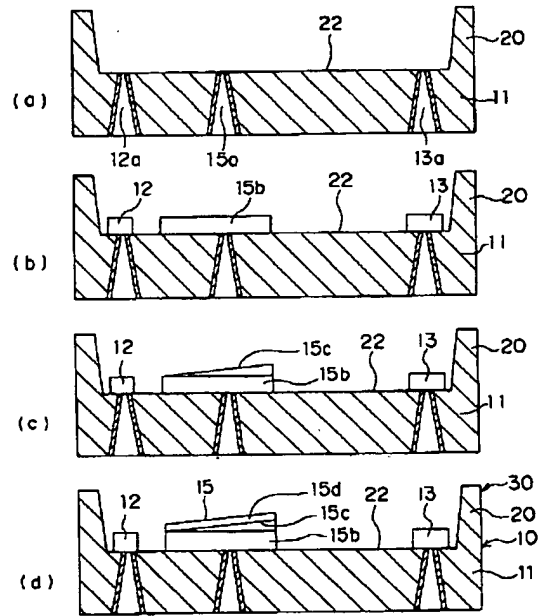
【図4】



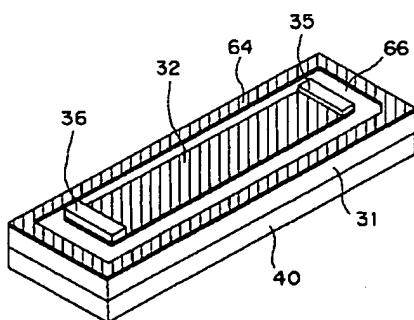
【図5】



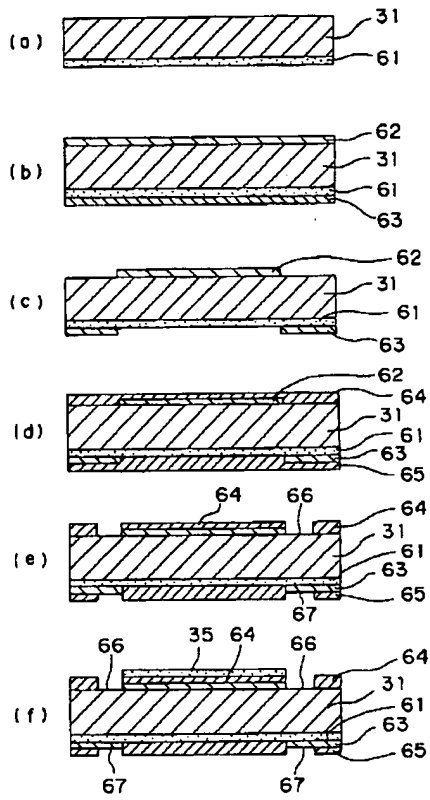
【図6】



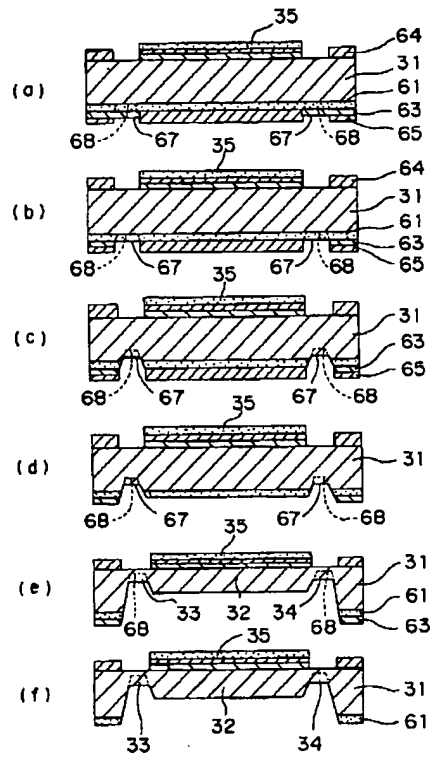
【図11】



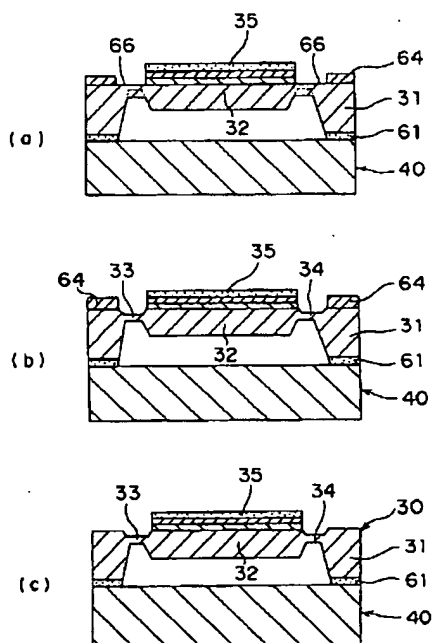
【図7】



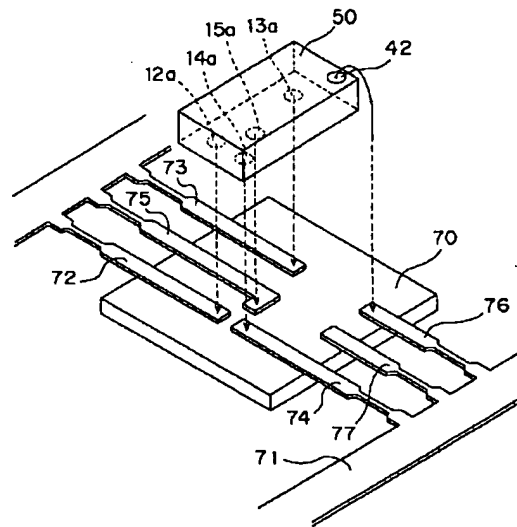
【図8】



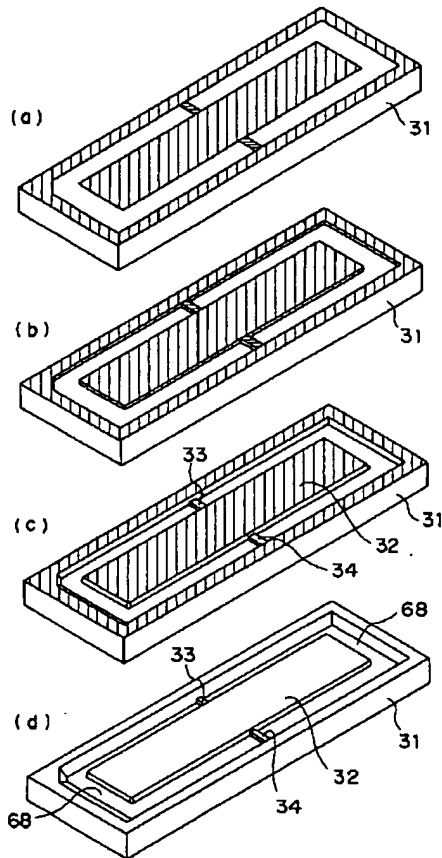
【図10】



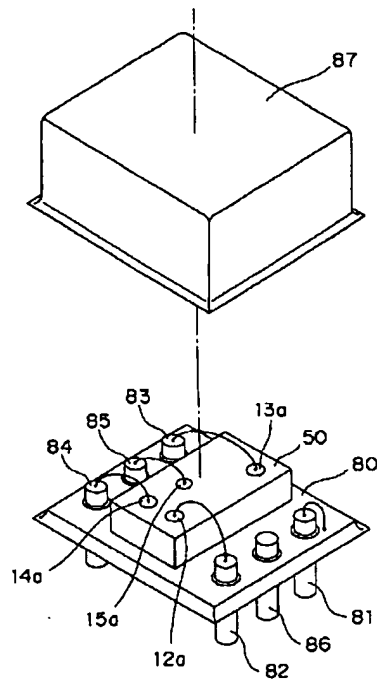
【図12】



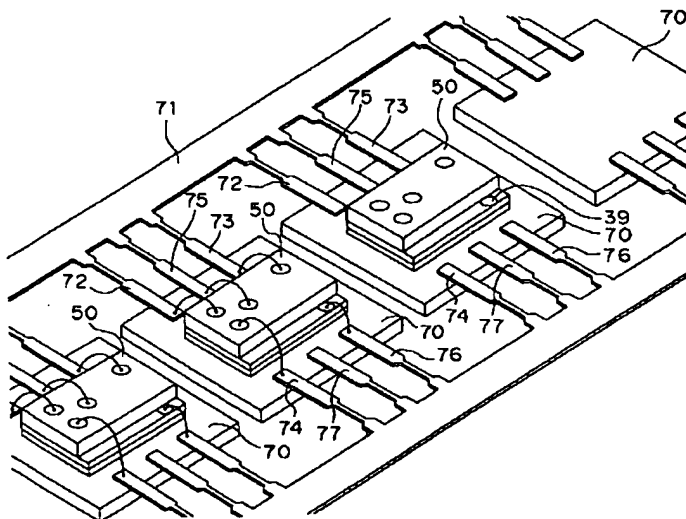
【図9】



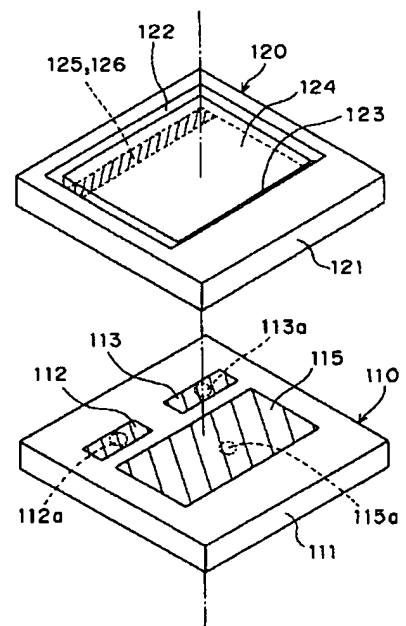
【図13】



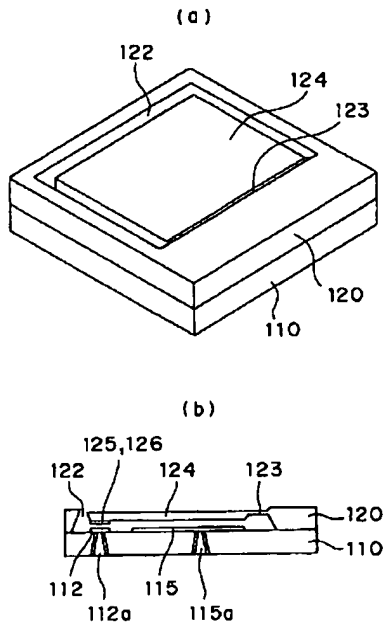
【図14】



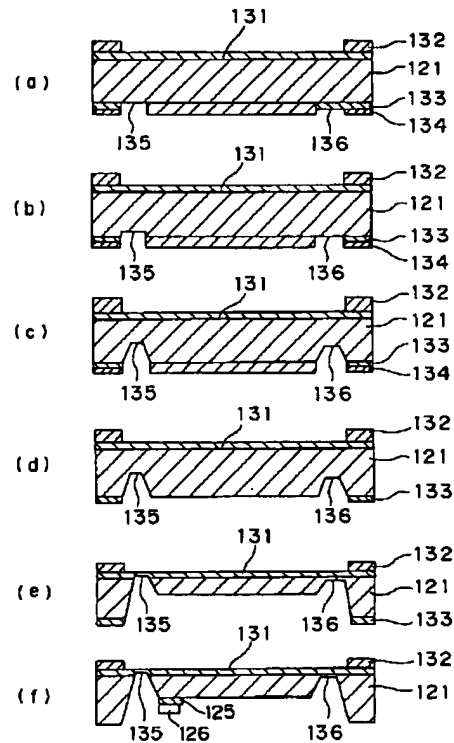
【図15】



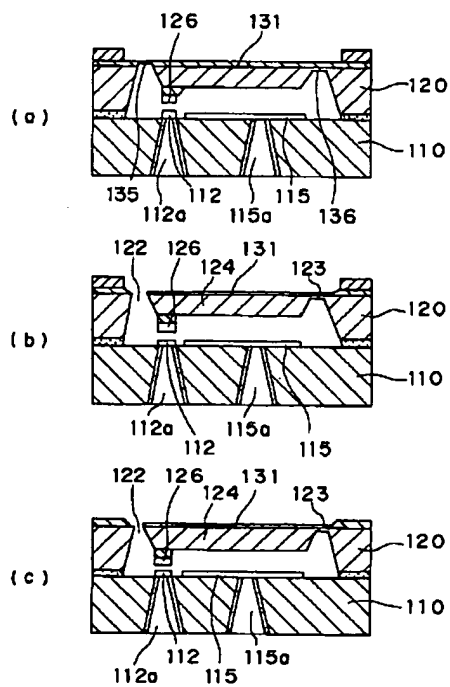
【図16】



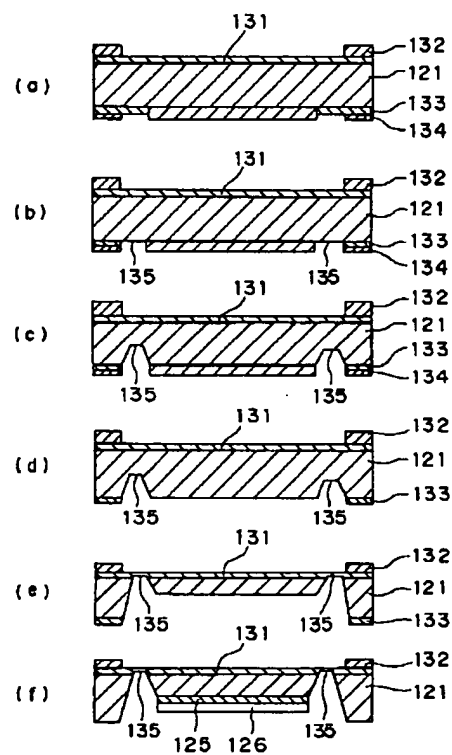
【図17】



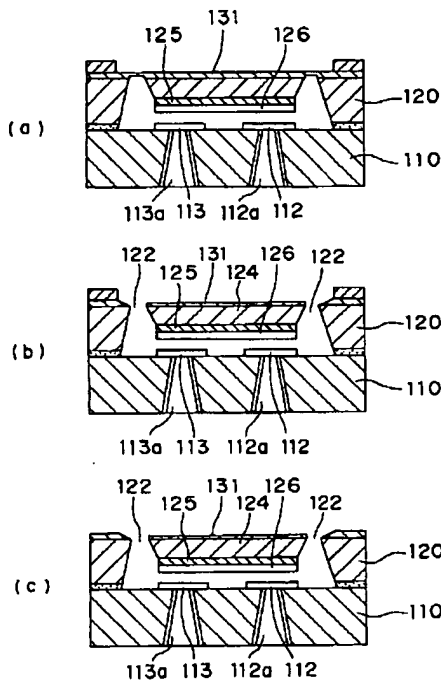
【図18】



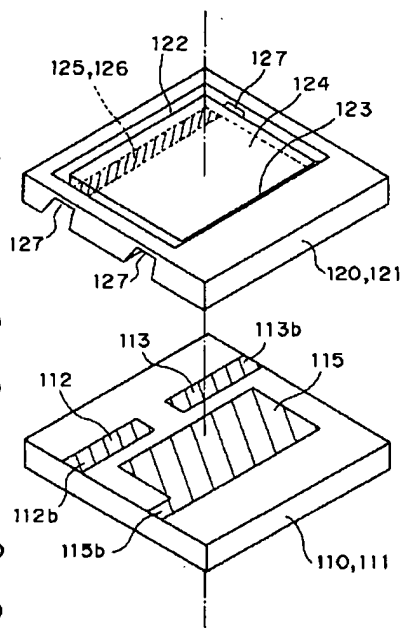
【図19】



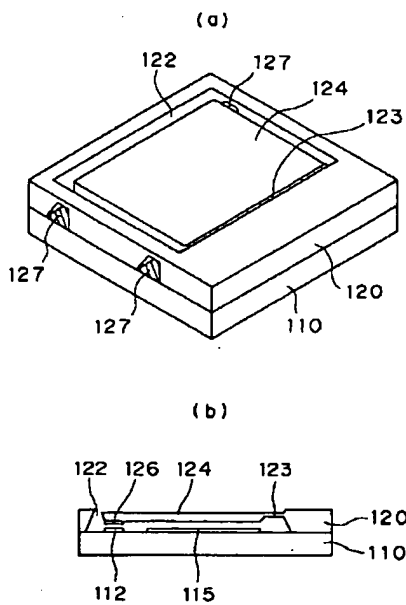
【図20】



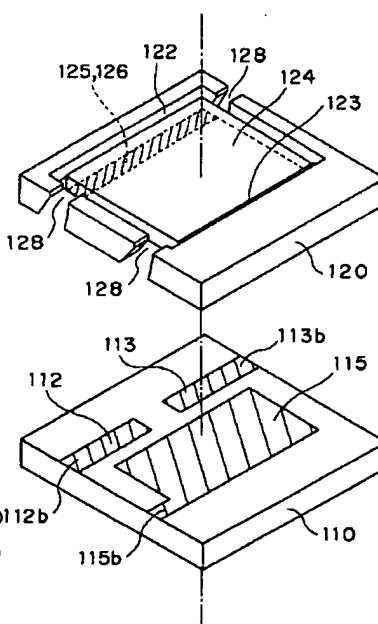
【図21】



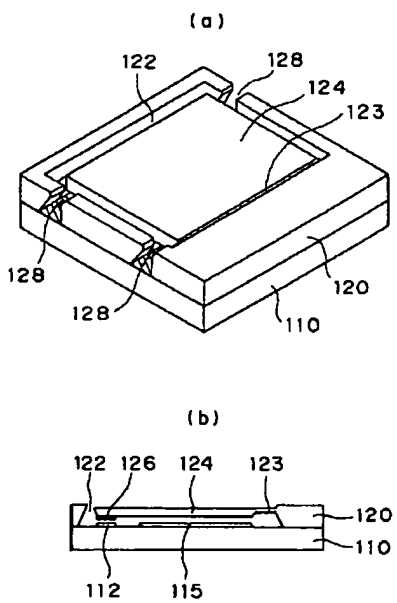
【図22】



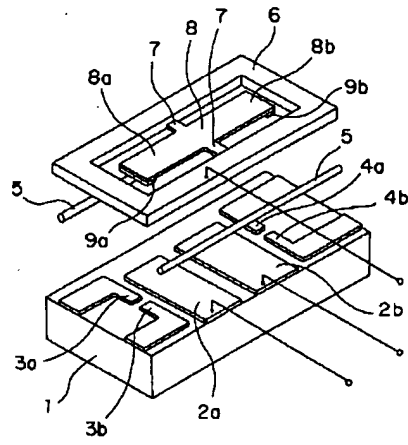
【図23】



【図24】



【図25】



【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
【部門区分】第 7 部門第 1 区分  
【発行日】平成 13 年 7 月 27 日 (2001. 7. 27)

【公開番号】特開平 9-180616  
【公開日】平成 9 年 7 月 11 日 (1997. 7. 11)  
【年通号数】公開特許公報 9-1807  
【出願番号】特願平 7-343569  
【国際特許分類第 7 版】

H01H 59/00  
49/00

【F I】

H01H 59/00  
49/00 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 12 年 8 月 7 日 (2000. 8. 7)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】 明細書

【発明の名称】 静電継電器および静電継電器の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 絶縁性基板の上面に固定接点および駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、この固定接点ブロックに対向するように配した半導体結晶基材のウェハに、前記駆動用電極に接離可能に対向する可動片を設けた可動接点ブロックとからなり、前記駆動用電極および可動片間に電圧を印加して生じる静電引力で前記可動片を板厚方向に回転し、この可動片の下面先端縁部に設けた可動接点を前記固定接点ブロックの固定接点に接離する静電継電器において、前記固定接点ブロックおよび可動接点ブロックの対向面のうち、少なくともいずれか一方の周辺縁部に、前記可動片の動作空間を確保するためのスペーサ部を一体に形成したことを特徴とする静電継電器。

【請求項 2】 固定接点ブロックと、半導体結晶基材のウェハからなり、かつ、板厚方向に回転可能な片持支持の可動片を備えた可動接点ブロックとを対向するように配置する静電継電器において、前記固定接点ブロックおよび前記可動接点ブロックの周辺縁部を相互に接合一体化した後、前記可動接点ブロックに平面略コ字形のスリットをエッチングで形成し、前記可動片をくり貫いたことを特徴とする静電継電器の製造方法。

【請求項 3】 固定接点が、スルーホールを介して絶縁性基板の裏面に電氣的接続可能としたことを特徴とする

請求項 1 に記載の静電継電器。

【請求項 4】 絶縁性基板の裏面に導電層が形成されているとともに、各スルーホールを絶縁するためのスリットが設けられていることを特徴とする請求項 3 に記載の静電継電器。

【請求項 5】 絶縁性基板の上面に固定接点および駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、前記固定接点に対向するように可動接点が形成された可動片を設けた可動接点ブロックとからなり、前記駆動用電極および前記可動片間に電圧を印加して生じる静電引力で前記可動片を回転させ、前記可動接点を前記固定接点に接離する静電継電器において、

前記固定接点ブロックの前記固定接点と前記駆動用電極とに、前記絶縁性基板の下面に電氣的接続するスルーホールをそれぞれ形成したことを特徴とする静電継電器。

【請求項 6】 絶縁性基板の上面に位置するスルーホールの穴径が、絶縁性基板の下面に位置するスルーホールの穴径よりも小さいことを特徴とする請求項 3 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の静電継電器。

【請求項 7】 接合一体化した前記固定接点ブロックおよび前記可動接点ブロックの周辺縁部のうち、少なくともいずれか一方の周辺縁部に、固定接点の延在部および駆動用電極の延在部を露出させる接続用切り欠き部を設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の静電継電器。

【請求項 8】 固定接点ブロックに可動接点ブロックを接合一体化した後、可動接点ブロックの周辺縁部に、固定接点の延在部および駆動用電極の延在部を露出させる接続用切り欠き部を設けたことを特徴とする静電継電器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は静電引力を駆動源とする静電継電器および静電継電器の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、静電引力を駆動源とする静電継電器としては、例えば、特開平2-100224号公報に記載の静電式リレーがある。すなわち、図25に示すように、上面中央部に設けた一対の駆動用電極層2a、2bの両側に固定接点層3a、3bおよび4a、4bをそれぞれ形成したベース1に、2本の棒状スペーサ5、5を介して半導体結晶基材6を積層一体化したものである。この半導体結晶基材6は、その内部に可動片8を一対のヒンジ部7、7を介して回動可能に支持したものであり、可動片8の下面の両側端部には可動接点9a、9bが設けられている。

【0003】そして、駆動用電極層2aと可動片8との間、または、駆動用電極層2bと可動片8との間に直流電圧を交互に印加すると、駆動用電極層2aと可動片8の前方部8aとの間、または、駆動用電極層2bと可動片8の後方部8bとの間にそれぞれ静電引力が生じる。このため、ヒンジ部7、7を支点に可動片8が回動し、可動接点9aまたは9bが固定接点層3a、3bまたは4a、4bに交互に接触し、電気回路を開閉する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述の静電継電器では、スペーサ5、5を介して半導体結晶基材6を積層一体化したものである。このため、部品点数、組立工数が増加し、大量生産が困難であるとともに、組立精度が低く、動作特性にバラツキが生じやすいという問題点がある。

【0005】本発明は、前記問題点に鑑み、生産性が高く、動作特性にバラツキが生じない静電継電器およびその製造方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明にかかる静電継電器は、前記目的を達成するため、絶縁性基板の上面に固定接点および駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、この固定接点ブロックに対向するように配した半導体結晶基材のウェハに、前記駆動用電極に接離可能に対向する可動片を設けた可動接点ブロックとからなり、前記駆動用電極および可動片間に電圧を印加して生じる静電引力で前記可動片を板厚方向に回動し、この可動片の下面先端縁部に設けた可動接点を前記固定接点ブロックの固定接点に接離する静電継電器において、前記固定接点ブロックおよび可動接点ブロックの対向面のうち、少なくともいずれか一方の周辺縁部に、前記可動片の動作空間を確保するためのスペーサ部を一体に形成した構成としてある。本発明によれば、別体のスペーサを接合一体化する必要がないので、部品点数、組立工数が減少し、生産性が向上するとともに、組立精度が向上して動作特性にバラツキのない静電継電器が得られる。

【0007】そして、固定接点ブロックと、半導体結晶基材のウェハからなり、かつ、板厚方向に回動可能な片持支持の可動片を備えた可動接点ブロックとを対向する

ように配置する静電継電器において、前記固定接点ブロックおよび前記可動接点ブロックの周辺縁部を相互に接合一体化した後、前記可動接点ブロックに平面略コ字形のスリットをエッチングで形成し、前記可動片をくり貫いてもよい。本発明によれば、固定接点ブロックに可動接点ブロックを接合一体化した後、可動片をくり貫くので、不安定な可動片を破損することがなく、歩留まりの良い静電継電器を製造できる。

【0008】固定接点は、スルーホールを介して絶縁性基板の裏面に電気的接続可能としていてもよい。また、絶縁性基板の裏面に導電層が形成されているとともに、各スルーホールを絶縁するためのスリットが設けられていてもよい。さらに、絶縁性基板の上面に固定接点および駆動用電極を設けた固定接点ブロックと、前記固定接点に対向するように可動接点が形成された可動片を設けた可動接点ブロックとからなり、前記駆動用電極および前記可動片間に電圧を印加して生じる静電引力で前記可動片を回動させ、前記可動接点を前記固定接点に接離する静電継電器において、前記固定接点ブロックの前記固定接点と前記駆動用電極とに、前記絶縁性基板の下面に電気的接続するスルーホールをそれぞれ形成していてもよい。そして、絶縁性基板の上面に位置する前記スルーホールの穴径が、絶縁性基板の下面に位置する前記スルーホールの穴径よりも小さくてもよい。前述の発明によれば、外部から確実に電気接続できるので、電気接続が容易な静電継電器が得られる。

【0009】また、接合一体化した前記固定接点ブロックおよび前記可動接点ブロックの周辺縁部のうち、少なくともいずれか一方の周辺縁部に、固定接点の延在部および駆動用電極の延在部を露出させる接続用切り欠き部を設けていてもよい。本発明によれば、固定接点ブロックの周辺縁部に設けた切り欠き部から露出する固定接点および駆動用電極の延在部に外部から確実に電気接続できるので、電気接続が容易な静電継電器が得られる。

【0010】さらに、固定接点ブロックに可動接点ブロックを接合一体化した後、可動接点ブロックの周辺縁部に、固定接点の延在部および駆動用電極の延在部を露出させる接続用切り欠き部を設けてもよい。本発明によれば、固定接点ブロックに可動接点ブロックを接合一体化した後、可動接点ブロックの周辺縁部に接続用切り欠き部を設ける。このため、可動接点ブロックの周辺縁部を破損することなく、任意の位置に所望の形状を有する切り欠き部を形成できる。この結果、例えば、前記延在部を上方から目視できるような切り欠き部を設けることにより、一方向から組立作業を行うことができるので、自動組立がより一層容易になるという効果がある。

【0011】

【発明の実施の形態】次に、本発明にかかる実施の形態を図1ないし図24の添付図面に従って説明する。本願発明にかかる第1の実施の形態は、図1ないし図14に



示すように、大略、固定接点ブロック10と、可動接点ブロック30と、カバー40とで構成される静電継電器50である。

【0012】固定接点ブロック10は、ガラス等の絶縁性基板11の上面周辺縁部に環状のスペーサ部20を一体成形する一方、その隣り合う上面隅部に常開、常閉固定接点12、13をそれぞれ設けるとともに、この常開、常閉固定接点12、13の近傍に端部14b、14cをそれぞれ配した平面略コ字形状の共通固定接点14を設けたものである。そして、常開、常閉固定接点12、13および共通固定接点14はスルーホール12a、13aおよび14aを介して絶縁性基板11の裏面で電気接続可能となっている。さらに、スルーホール12a、14aの近傍に駆動用固定電極15が設けられている。この駆動用電極15は、スルーホール15aに電気接続されているとともに、図2に示すように、その上端面が均一な厚さのエレクトレット15bで被覆されたテーパー面となっている。そして、絶縁性基板11の下面には導電層16が形成されているとともに、各スルーホール12a、13a、14a、15aを絶縁するためのスリット17が設けられている(図4)。

【0013】なお、スペーサ部20は、後述する可動接点ブロック30の可動片32を回動させるためのスペースを確保するとともに、沿面距離を確保して絶縁特性を高めるためのものである。また、絶縁性を高めるため、常開固定接点12と共通固定接点14の端部14bとの間、または、常閉固定接点12と共通固定接点14の端部14cとの間に絶縁材、仕切壁を配置しておいてもよい。

【0014】可動接点ブロック30は、半導体単結晶基材からなるウェハ、例えば、平面長方形の板状P型シリコン単結晶(面方位100)のウェハ31にエッチング処理を施して可動片32および一对のヒンジ部33、34をくり貫き、このヒンジ部33、34を介して可動片32を回動可能に支持したものである。そして、この可動片32は、その下面の両側先端部に常開、常閉可動接点35、36をそれぞれ設けてある一方、その上面に所定のピッチで複数本の縦溝37が形成されている。この縦溝37は可動片32が回動する際における空気抵抗を抑制し、動作特性の向上を図るためのものである。ただし、図2に示すように、前記常開可動接点36は、常開可動接点35よりも高い。

【0015】カバー40は、ガラス、ポリマー樹脂等の絶縁材からなる平面長方形の板状体41からなり、その隅部にスルーホール42が設けられているとともに、その上面には導電層43が形成されている。例えば、板状体41がパイレックス(商品名)であれば、前述のシリコン単結晶からなるウェハ31と熱膨張率が等しく、陽極接合しやすいので、好適である。なお、板状体41が導電性基板であれば、スルーホール42、導電層43は

不要であるが、板状体41の下面のうち、少なくとも可動片32と対向する部分に絶縁膜を形成しておくことが好ましい。ただし、板状体41の下面の露出面は必ずしも環状である必要はなく、可動接点ブロック30に電気接続できる面積を有していればよい。

【0016】次に、前述の静電継電器の製造方法について説明する。この実施形態にかかる静電継電器50は、カバー40に、可動接点ブロック30および固定接点ブロック10を順次積層一体化して製造されるが、まず、図5および図6に示すように、固定接点ブロック10の製造方法について説明する。

【0017】固定接点ブロック10は、図5に示すように、パイレックスガラスからなる絶縁性基板11にドリル加工およびサンドブラスト処理等で孔を形成した後、その孔の内周面に導電材を蒸着してスルーホール12a、13a、14a(図示せず)および15aを形成する(図5(a))。そして、前記絶縁性基板11の上面周辺縁部に沿って金属やテフロン等からなる環状のマスキング層21を形成した後(図5(b))、このマスキング層21を除いた上面にRIE(リアクティブイオンエッチング)を施して凹所22を設け、スペーサ部20を形成する(図5(c))。ついで、図6(a)に示すように、前記マスキング層21を除去した後、前記凹所22の底面に常開、常閉固定接点12、13、共通固定接点14および駆動用電極台15bをスクリーン印刷等でそれぞれ形成し(図6(b))、さらに、前記駆動用電極台15bの上端面だけにスクリーン印刷等を再度施してテーパー面15cを形成し(図6(c))、そのテーパー面15cに均一な厚さを有するエレクトレット15dを装着することにより、駆動用電極15を備えた固定接点ブロック30が完成する(図6(d))。

【0018】なお、前記孔には導電材を充填しておいてもよい。また、駆動用電極15の上端面をテーパー面とするには断面三角形または台形のエレクトレット(図示せず)を、絶縁性基板11にスクリーン印刷等で形成した電極台15bに載置して形成してもよい。この方法によれば、平坦面を有する駆動用電極台15bを形成するだけでよいので、スクリーン印刷等の作業工程を省略できるという利点がある。また、前述の実施形態では、駆動用電極15にエレクトレットを設ける場合について説明したが、エレクトレットは常に設ける必要はなく、必要に応じて設けてもよい。

【0019】次に、図7ないし図9に示すように、可動接点ブロック30の製造方法について説明する。なお、図9(a)~(d)は、可動接点ブロック30の製造工程における中間品の概略を示す斜視図である。シリコン単結晶のウェハ31の下面全面にスパッタリング等で導電層61を設け(図7(a))、さらに、表裏面の全面に、例えば、SiO<sub>2</sub>の第1、第2絶縁膜層62、63を形成する(図7(b))。そして、第1、第2絶縁膜

層62、63の不要部分を第1回目のパターンニングで除去する(図7(c))。この結果、第1回目のパターンニング後の第1絶縁膜層62は前記可動片32と同一平面形状を有する一方、第1回目のパターンニング後の第2絶縁膜層63は、環状の周辺縁部およびヒンジ部33、34となる部分に重なり合う部分だけが残存している。

【0020】次に、ウェハ31の表裏面にSiNからなる第3、第4絶縁膜層64、65を形成した後(図7(d))、第3、第4絶縁膜層64、65の不要な部分を第2回目のパターンニングで除去する。この結果、第2回目のパターンニング後のウェハ31の上面には環状溝部66が形成される一方、第2回目のパターンニング後のウェハ31の下面には、ヒンジ部33、34となる部分に重なり合う第2絶縁膜層63の部分だけを残し、底面に導電層61が露出する環状溝部67が形成される(図7(e))。

【0021】そして、可動片32を形成する第3絶縁膜層64のうち、その両端縁部に導電材からなる常開可動接点35(図7(f))および常閉可動接点36をそれぞれ形成する。このとき、常閉可動接点36は常開可動接点35よりも高さ寸法の大きい導電材で形成してある。

【0022】さらに、図8(a)に示すように、ウェハ31の下面に形成した環状溝部67のうち、ヒンジ部33、34となる部分と重なり合う第2絶縁膜層63の部分だけを残してエッチングし、シリコンウェハ31が露出する一対の深溝68を環状溝67の底面に形成する。ついで、ヒンジ部33、34となる部分と重なり合う第2絶縁膜層63の部分を除去する(図8(b))。このとき、ヒンジ部33、34となる部分と重なり合う導電層61の部分と、シリコンウェハ31が露出する不連続な深溝68との間に段差が形成されている。

【0023】ついで、ウェハ31の下面に設けた環状溝部67を一様にエッチングしてさらに深くする(図8(c))。このとき、ヒンジ部33、34となる部分に重なり合う部分と、不連続な略コ字形の深溝68との間には段差が残存している。

【0024】第4絶縁膜層65をすべて除去し(図8(d))、環状溝部67およびこれに囲まれた可動片32となる部分を同時にエッチングして可動片32およびヒンジ部33、34を形成した後(図8(e))、第2絶縁膜層63の残部を除去し、導電層61を露出させる(図8(f))。このとき、ヒンジ部33、34となる部分と、不連続な略コ字形の深溝68との間には段差が残存している。

【0025】そして、図10および図11に示すように、カバー40の片面に前述のウェハ31を陽極接合で接合一体化した後(図10(a)および図11)、ウェハ31の上面に形成された環状溝部66だけをエッチン

グ処理することにより、ヒンジ部33、34を残しつつ、一対の平面略コ字形のスリット38、38(図1)を形成することにより、ウェハ31から可動片32およびヒンジ部33、34をくり貫き、前記ヒンジ部33、34を介して可動片32を回動可能に支持した後(図10(b))、第3絶縁膜層64を除去する(図10(c))。

【0026】ついで、前述の接合一体化した可動接点ブロック30に固定接点ブロック10のスペーサ部20を接合一体化する。そして、必要に応じ、前記スルーホール12a~15aに電気接続するため、例えば、静電継電器の表裏面にスパッタリングで導電層43、16をそれぞれ形成した後、アニール処理を施し、ダイシングでスリット17を形成して各スルーホール12a~15aを絶縁することにより(図4)、静電継電器50が完成する。

【0027】なお、静電継電器50の表裏面には、スパッタリングでなく、蒸着で導電材を設けてもよく、この場合には、全面に蒸着する必要はなく、スルーホール周辺だけを蒸着してもよい。また、静電継電器50の固定接点ブロック10等を接合一体化する作業は、真空中、または、例えば、ネオン、アルゴン等の不活性ガス中で行うことにより、静電継電器50内を真空にし、または、不活性ガスを封入してもよい。前者によれば、空気抵抗が無くなり、応答性が向上するとともに、アウトガスの生成による接触信頼性の低下を防止できる一方、後者によれば、接点放電等による生成物の発生を抑制し、接触信頼性の低下を防止できるという利点がある。さらに、前記可動片32の可動接点35、36は高さの異なる別体の導電部材を設けて構成する場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、スパッタリング、蒸着等で高さの異なる接点台を形成し、この接点台の上端面に同一厚さの導電材を設けることにより、高さの異なる可動接点35、36を形成してもよい。

【0028】次に、組み立てられた静電継電器50の実装方法としては、例えば、図12に示すように、シリコン基板70の上面に位置決めしたリードフレーム71の固定接点端子72、73、共通接点端子74および駆動用電極端子75に静電継電器50のスルーホール12a~15aを、例えば、フリップチップ方式でそれぞれ電気接続する一方、可動接点ブロック30に電気接続したカバー40のスルーホール42を電極端子76にワイヤボンディングで電気接続した後、樹脂モールドで密封する方法がある。なお、77はダミー端子である。

【0029】また、前述の実施形態ではシリコン基板70に静電継電器50を実装して樹脂モールドする場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、例えば、セラミックモールドしてもよい。

【0030】さらに、図13に示すように、可動接点ブロック30に電気接続したカバー40のスルーホール

(図示せず)が金属キャンベース80に電気接続され、これがワイヤボンディングで電極端子81に電気接続されている。ただし、スルーホール12a~15aが、ワイヤボンディングで固定接点端子82、83、共通固定接点端子84および駆動用電極端子85にそれぞれ電気接続されている。86はダミー端子である。なお、キャップ87が金属製である場合には、抵抗溶接あるいはハンダ接合でもよく、樹脂製である場合には、接着剤接合でもよい。また、キャップ87で密封する場合には、接点保護のため、内部を真空にしておくか、あるいは、窒素ガス等の不活性ガスを充填しておいてもよい。

【0031】次に、本実施形態の動作について説明する。まず、駆動用電極15および可動片32に電圧が印加されていない場合には、ヒンジ部33、34の振りモーメントにより、高さ寸法が大きい常閉可動接点36が常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cに接触して電気回路を閉成している。

【0032】そして、駆動用電極15および可動片32にスルーホール15a、42を介して直流電圧を印加すると、駆動用電極15および可動片32との間に静電引力が生じ、可動片32がヒンジ部33、34を支点に回動し、常閉可動接点36が常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cから開離した後、常閉可動接点35が常閉固定接点12および共通固定接点14の端部14bに接触する。

【0033】ついで、前述の直流電圧の印加を断つと、可動片32はヒンジ部33、34の振りモーメントで反転し、常閉可動接点36が常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cに再び接触する。

【0034】本実施形態では、駆動用電極15の上面がテーパ面となっており、前述の静電引力が対向面間の距離に比例することから、駆動用電極15が単なる平坦面を有する場合よりも、大きな静電引力が得られるという利点がある。

【0035】本実施形態にかかる静電継電器50は、表裏面にスルーホールを設ける場合を示したが、これに限らず、例えば、図14に示すように、可動接点ブロック30の床面積を固定接点ブロックよりも大きくし、露出する可動接点ブロック30の片面側に取り出し電極39を設けることにより、シリコン基板70に位置決めしたリードフレーム71の端子72~76のすべてにワイヤボンディングで電気接続してもよい。

【0036】ついで、前述の実施形態では、可動片32の空気抵抗を抑制し、動作特性を向上させるべく、可動片32の上面に所定ピッチで複数本の縦溝37を設ける場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、可動片32の下面あるいは上下面に縦溝を設けてもよい。

【0037】前述の静電継電器50によれば、ヒンジ部33、34は断面略方形であるが、必ずしもこれに限ら

ず、断面略方形のヒンジ部33、34の角部を面取りしておいてもよい。面取りすることにより、応力集中を防止でき、疲労破壊が生じにくくなって寿命が伸びるという利点がある。

【0038】前述の静電継電器50によれば、常閉可動接点36を、常閉固定接点13および共通固定接点14の端部14cよりも高く形成することにより、常時閉成の接点構造を構成したが、必ずしもこれに限らず、常閉可動接点を低くし、常閉固定接点を高くしてもよい。

【0039】本願発明にかかる第2の実施形態は、図15ないし図20に示すように、前述の第1の実施形態が一对のヒンジ部の振りモーメントを利用する場合であったのに対し、片持ち構造とした場合の静電継電器50に関する。すなわち、第2の実施形態は、大略、固定接点ブロック110と、可動接点ブロック120と、カバー(図示せず)とで構成されている。

【0040】固定接点ブロック110は、ガラス等の絶縁性基板111の上面に、一对の固定接点112、113と、駆動用電極115とが設けられ、それぞれにスルーホール113a、112a、115aが導通している。

【0041】可動接点ブロック120は、半導体単結晶基材からなるウェハ121にエッチング処理で平面略コ字形状のスリット122を形成することにより、ヒンジ部123を介して回動可能な可動片124をくり貫いたものであり、この可動片124の下面先端縁部には絶縁層125を介して可動接点126が形成されている。

【0042】次に、この可動接点ブロック120の製造方法について説明する。可動接点ブロック120は、図17ないし図20に示すように、シリコン単結晶のウェハ121の上面全面にスパッタリング等で導電層(ドーブ層)131を設け、さらに、表裏面全面に、例えば、SiO<sub>2</sub>の第1、第2絶縁層132、133をパターンニングで形成する。このパターンニングでウェハ121の表裏面のうち、その環状周辺縁部に第1、第2絶縁層132、133が存在することになる。そして、ウェハ121の裏面にSiNからなる第3絶縁層134を形成した後、第1回目のエッチングで第2、第3絶縁層133、134の不要な部分を除去することにより、ウェハ121の下面に相互に連通する平面略コ字形状の深溝135と直線形状の浅溝136とが形成され、深溝135からウェハ121が露出する(図17(a))。さらに、第2回目のエッチングで深溝135および浅溝136がより深くなり(図17(b)、(c))、第3回目のエッチングで第3絶縁層134が除去される(図17(d))。ついで、第4回目のエッチングでウェハ121の下面中央部がエッチングされるとともに、深溝135および浅溝136がより一層深くなり、深溝135は導電層131の一部に食い込むが、浅溝136は導電層131に達していない(図17(e))。ついで、可動

片124となる部分の下面先端縁部にスパッタリングおよび蒸着で絶縁層125を形成した後、その上面に金等を積層して可動接点126を形成する(図17(f))。

【0043】次に、図17ないし図20に示すように、固定接点ブロック110の上面に可動接点ブロック120を積み重ねて陽極接合した後、導電層131をエッチングすることにより、深溝135を貫通させて平面略コ字形状のスリット122を形成し、可動片124をくり貫くとともに、ヒンジ部123を形成することにより、可動片124の可動接点126が固定接点ブロック110の固定接点112、113に接離可能に対向する。

【0044】次に、本実施形態の動作について説明する。まず、駆動用電極115および可動片124に電圧が印加されていない場合には、ヒンジ部123のパネ力により、可動接点126が固定接点112、113から開離している。そして、駆動用電極115および可動片124に直流電圧を印加すると、駆動用電極115および可動片124との間に静電引力が生じ、可動片124がヒンジ部123を支点に回動し、可動接点126が固定接点112、113に接触する。ついで、前述の直流電圧の印加を断つと、可動片124はヒンジ部123のパネ力で復帰し、可動接点126が固定接点112、113から開離する。

【0045】前述の第2実施形態ではスルーホールを介して電氣的接続を図るものであったが、必ずしもこれに限らず、例えば、図21および図22に示すように、固定接点ブロック110における固定接点112、113および駆動用電極115の接続用延在部112b、113b、115bをそれぞれ絶縁性基板111の上面縁部まで延在する一方、可動接点ブロック120の外周縁部に側方に連通する接続用切り欠き部をエッチングで形成することにより、ドーム状態の貫通孔127を形成するようにしてもよい(第3実施形態)。

【0046】また、図23および図24に示すように、第3実施形態にかかる可動接点ブロック110の上面にエッチングを施し、固定接点112、113および駆動電極115の延在部112b、113b、115bを上方から目視できる切欠部128を形成してもよい(第4実施形態)。この実施形態によれば、電氣接続するためのリード線を上方から位置決めできるので、組立作業を一方向から行うことができ、自動組立がより一層容易になるという利点がある。さらに、前述の接続用切り欠き部は第1の実施形態に適用してもよいことは勿論である。

【0047】前述の実施形態では、静電継電器を個々に製造する場合について説明したが、必ずしもこれに限らず、例えば、1枚のガラス基板上に複数の固定接点ブロックを形成する一方、1枚のシリコン基板上に複数の可動接点ブロックを形成する。ついで、カバーとなるガ

ラス板に、前記シリコン基板および前記ガラス基板を順次接合一体化することにより、複数の静電継電器50を同時に形成してもよい。このような製造方法により、生産性が著しく向上するとともに、高密度化が可能になるという利点がある。そして、静電継電器50を個々に切り出してもよく、あるいは、複数個ずつ切り出して使用してもよい。特に、静電継電器を複数個ずつ切り出した場合には、各駆動用電極を電氣的接続することにより、所望の電氣回路を同時に開閉できる静電継電器を形成できるという利点がある。

【0048】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明にかかる静電継電器によれば、別体のスペーサを接合一体化する必要がない。このため、部品点数、組立工数が減少し、生産性が向上するとともに、組立精度が向上して動作特性にバラツキのない静電継電器が得られるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる静電継電器の第1の実施形態を示す分解斜視図である。

【図2】 前述の第1の実施形態を示す縦断面図である。

【図3】 第1の実施形態を示す横断面図である。

【図4】 第1の実施形態を下方側から見た場合を示す斜視図である。

【図5】 固定接点ブロックの製造方法を示す断面図である。

【図6】 固定接点ブロックの製造方法を示す断面図である。

【図7】 可動片の製造方法を示す断面図である。

【図8】 可動片の製造方法を示す断面図である。

【図9】 可動接点ブロックの製造方法を示す斜視図である。

【図10】 組立方法を説明するための断面図である。

【図11】 組立方法を説明するための斜視図である。

【図12】 リードフレームを介して電氣接続する方法を示す分解斜視図である。

【図13】 他の電氣的接続方法を示す分解斜視図である。

【図14】 別の電氣的接続方法を示す分解斜視図である。

【図15】 本発明にかかる静電継電器の第2の実施形態を示す分解斜視図である。

【図16】 第2の実施形態を示す斜視図および断面図である。

【図17】 可動接点ブロックの製造方法を示す縦断面図である。

【図18】 固定接点ブロックおよび可動接点ブロックの接合方法を示す縦断面図である。

【図19】 可動接点ブロックの製造方法を示す横断面図である。

図である。

【図20】 固定接点ブロックおよび可動接点ブロックの接合方法を示す横断面図である。

【図21】 本発明にかかる静電継電器の第3の実施形態を示す分解斜視図である。

【図22】 第3の実施形態を示す斜視図および断面図である。

【図23】 本発明にかかる静電継電器の第4の実施形態を示す分解斜視図である。

【図24】 第4の実施形態を示す斜視図および断面図である。

【図25】 従来例にかかる静電継電器の分解斜視図である。

【符号の説明】

10…固定接点ブロック、11…絶縁性基板、12…常

開固定接点、13…常閉固定接点、14…共通固定接点、15…駆動用電極、12a、13a、14a、15a…スルーホール、16…導電層、17…スリット、20…スペーサ部、30…可動接点ブロック、31…ウエハ、32…可動片、33、34…ヒンジ部、35…常開可動接点、36…常閉可動接点、37…縦溝、38…スリット、40…カバー、41…板状体、42…スルーホール、43…導電層、110…固定接点ブロック、111…絶縁性基板、112、113…固定接点、115…駆動用電極、112a、113a、115a…スルーホール、112b、113b、115b…接続用延在部、131…導電層、120…可動接点ブロック、121…ウエハ、122…スリット、123…ヒンジ部、124…可動片、126…可動接点。